

Eficacia y distancia de frenado

Autor: Alzallú Soriano, José Antonio (Técnico Especialista en Mecánica y Electricidad del Automóvil, Profesor Técnico de Formación Profesional).

Público: Ciclo Formativo de Grado Medio en Electromecánica. **Materia:** Sistemas de Transmisión y frenado. **Idioma:** Español.

Título: Eficacia y distancia de frenado.

Resumen

Continuando con los conceptos que intervienen en la dinámica del frenado, además de la deceleración y la Fuerza de Frenado Máxima ya tratadas en el tema anterior, vamos a ver ahora otros dos nuevos términos: la eficacia de frenado y la distancia de frenado. Conocidos estos dos nuevos conceptos, el alumno será capaz de predecir qué ocurre en un vehículo durante un proceso de frenado así como el estado general en el que se encuentran los frenos.

Palabras clave: Eficacia, distancia de frenado, neumáticos, frenos, inspección técnica de vehículos.

Title: Efficiency and braking distance.

Abstract

Continuing with the concepts involved in the dynamic braking in addition to the deceleration and maximum braking force as discussed in the previous issue, we will now see two new and very important terms: the efficiency and the braking distance. Known these two new concepts, students will be able to predict what happens in a vehicle during a braking process and the overall state where the brakes are to understand the whole process.

Keywords: Efficiency, braking distances, tires, brakes.

Recibido 2016-07-15; Aceptado 2016-07-20; Publicado 2016-08-25; Código PD: 074047

OBJETIVOS

1. Completar los contenidos relacionados con conceptos más empleados en la Dinámica de Frenado.
2. Aprender a calcular la eficacia de frenado de los vehículos así como la distancia de frenado.
3. Comprender la importancia que tienen estos dos nuevos conceptos en el ámbito de la física del frenado.
4. Animar al alumno a la investigación para que pueda ampliar sus conocimientos de manera autónoma.

INTRODUCCIÓN

En el tema anterior se han explicado dos de los conceptos que intervienen en la dinámica del frenado, *la deceleración y la Fuerza de Frenado Máxima*. Gracias a estos dos conceptos somos capaces de comprender qué ocurre en un coche cuando efectuamos una frenada.

Aprendimos el concepto de deceleración comparándolo con la aceleración, pero en su caso, con valor negativo. En cuanto a la Fuerza de Frenado Máxima, vimos que su valor nos indica el límite de la fuerza de frenado que podemos aplicar a un vehículo sin que este llegue a deslizarse sobre el terreno.

Los dos siguientes conceptos que se van a estudiar en este tema son la **eficacia de frenado** y la **distancia de frenado**.

Estos dos nuevos términos nos van a permitir comprender, por un lado, cual es el grado de eficacia del sistema de frenos, y por otro, el espacio que recorre el vehículo antes de detenerse completamente en una frenada límite.

EFICACIA DE FRENADO

Mes de Mayo. La pegatina verde adherida a la luna del coche me recuerda que se aproxima la fecha en la que he de pasar la ITV. No me conviene olvidar esto. Por mi seguridad y por la del resto de conductores y viajeros que comparten las

mismas carreteras por donde yo circulo. También para no perder puntos del carnet y no tener que pagar una cuantiosa multa –y es que a nadie le gusta perder puntos y tampoco pagar multas-.

Con todos esos motivos en mente, llego a la estación de ITV. Tras entregar la documentación a la amable chica que me recibe y pagar una cantidad muy similar a una multa, espero mi turno.

Una de las comprobaciones que van a realizar a mi coche es la **eficacia de frenado**.

El propio *Manual de Procedimiento de Inspección en las Estaciones de ITV*, redactado por el Ministerio de Energía, Industria y Turismo, en su apartado relativo al freno de servicio, lo deja bastante claro:

Este dato de eficacia (de frenado) [...] es un valor indicativo del estado y actuación global del sistema de frenos del vehículo.

Llegado mi turno, introduzco las ruedas del eje delantero en un equipo de medición denominado *frenómetro*. A continuación, acciono el freno siguiendo las indicaciones del técnico que me han asignado. En este momento, el *frenómetro*, está midiendo, entre otros datos ⁽¹⁾, la eficacia de frenado.

La eficacia de frenado, como explica el manual de inspección, nos da una información general del estado y funcionamiento de los frenos en su conjunto. Si todos sus elementos actúan correctamente, la eficacia de frenado para un vehículo a motor ⁽²⁾ con 4 ruedas y un máximo de 8 plazas debe ser al menos del 58%.

El coche supera la prueba; la eficacia es del 79%, un valor más que aceptable. Veamos cómo podemos calcularlo si no disponemos de frenómetro pero sí de una simple calculadora.

El único dato que necesitamos para calcular la eficacia de frenado es la deceleración. Esa deceleración se supone máxima, puesto que queremos saber la eficacia de nuestros frenos en una situación en la que necesitamos su máximo rendimiento. Rendimiento máximo que se consigue al aplicar la Fuerza de Frenado Máxima que ya ha sido estudiada en el tema anterior.

Evidentemente, el límite de esta fuerza determina el valor máximo de deceleración que puede experimentar el vehículo sin que sus ruedas lleguen a deslizar sobre el firme.

A su vez, tenemos que recordar que la Fuerza de Frenado Máxima depende en gran medida del grado de adherencia del neumático al firme.

De todo esto se deduce, que el valor de deceleración que vamos a emplear en el cálculo de la eficacia de frenado contempla todas esas variables.

Sabido esto, si deseamos calcular la eficacia de frenado de cualquier vehículo, solo debemos dividir su deceleración por el valor de aceleración de la gravedad ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) y multiplicarlo por 100 para que quede expresado en %.

$$\text{Eficacia de frenado} = (d/g) \times 100 (\%)$$

Traslademos esto a un ejemplo. Se trata de calcular la deceleración del coche de *Homer Simpson* cuando llega a casa al inicio de cada capítulo de la famosa serie- justo antes de detenerse enfrente de su garaje-. Tomemos como dato de deceleración, por ejemplo, -6 m/s^2 .

Acto seguido entra en el garaje a toda velocidad una *desenfrenada* Marge, haciendo que Homer huya despavorido para no ser atropellado. Calcula la deceleración del coche de Marge, sabiendo que en ese momento decelera a -4 m/s^2 .

Puedes observar la situación a la que aluden los ejercicios aquí:

<https://www.youtube.com/watch?v=K7MRI3sSSY8&feature=youtu.be>

(1) También mide el frenado inoperante en alguna de las ruedas, desequilibrios de frenado entre ruedas de un mismo eje, fuerzas de frenado en ausencia de la acción sobre el pedal, la progresión son la que se frena...todas estas mediciones encaminadas a garantizar que el sistema de frenos funciona correctamente.

(2) Matriculado a partir de 1 de enero de 2012.



Homer Simpson

DISTANCIA DE FRENADO

La distancia de frenado a la que nos referimos en este apartado es la que recorre el coche, **desde que accionamos el freno hasta que el coche se detiene completamente**. Es importante tener claro este concepto ya que en ocasiones puede confundirse con la *distancia de parada*.

Técnicamente, la distancia de frenado no es igual que la distancia de parada. Esta última equivale a la suma de la distancia de frenado más la distancia recorrida durante el tiempo que tardamos en pisar el freno.

Distancia de parada= distancia de frenado + distancia recorrida hasta que pisamos el freno.

Es por ello que la distancia de parada siempre va a ser superior a la distancia de frenado. Esto se debe a los metros que recorremos antes de accionar el freno como consecuencia del tiempo que tardamos en reaccionar – denominado *tiempo de reacción*-. Por ejemplo, invertimos cierto tiempo en actuar sobre el freno desde que vemos al ciervo en medio de la carretera hasta que pisamos el pedal.

Importante entonces reaccionar rápido ante cualquier frenada de emergencia ya que así disminuimos la distancia de parada, aunque esto es algo que se explica mejor en las autoescuelas.

La distancia de parada también podríamos calcularla. Sin embargo, a nosotros como técnicos de automoción nos resulta más interesante conocer la **distancia de frenado** porque nos va a informar del espacio recorrido desde el momento en el que pisamos el pedal de freno hasta que el coche se detiene. Entonces, ¿cómo calculamos la **distancia de frenado** recorrida durante una frenada de emergencia?

Para su cálculo, hay que tener en cuenta los siguientes datos:

- Velocidad del vehículo
- Coeficiente de adherencia de los neumáticos.
- La aceleración de la gravedad ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- Inclinação de la calzada (i)

Si obviamos la inclinación de la calzada y consideramos que siempre frenaremos en una calzada plana, nos queda la siguiente fórmula:

$$D_f = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot \mu_r}$$

Del mismo modo, si tenemos en cuenta que frenamos en una superficie de asfalto nuevo y seco a más de 50 Km/h (μ_r : 0,65) y ajustamos la unidad de medida de g (m/s^2) a Km/h^2 para poder operar con la velocidad del vehículo, nos aparece

una constante en el denominador que equivale a 170,19072. Así, dividiendo la velocidad del coche —elevada al cuadrado— entre **170**, obtenemos cálculo *aproximado* de la distancia de frenado. Este cálculo es aproximado porque:

- no hemos tenido en cuenta la inclinación de la calzada ⁽³⁾,
- hemos tomado como μ_r el de una situación de frenado muy concreta en la que el asfalto es nuevo y está seco.
- Hemos *redondeado* de 170,19072 a 170

Hagamos ahora un ejercicio que nos sirva de ejemplo:

Para este cálculo vamos a elegir el modelo de coche que cada uno quiera. Yo me subiré a un Audi A5 *Sportback* 2.0 TFSi. Circulamos a 120 Km/h. De repente vemos un obstáculo en la carretera y nos vemos obligados a frenar precipitadamente. Hay que calcular la distancia de frenado aproximada.



Audi A5

Existe otro modo de realizar el cálculo aproximado de la distancia de frenado que nos permite poder considerar μ_r **en función del firme por el que circulemos así como de su estado** (seco, mojado, etc).

Este nuevo método permite seleccionar el valor de μ_r más apropiado para cada situación, ya que no siempre frenamos sobre una superficie tan ideal como el asfalto nuevo y seco.

- (3) Evidentemente, si frenamos *cuesta arriba*, la distancia de frenado disminuye. Lo contrario ocurre si frenamos *cuesta abajo*. En esta última situación, si nos vemos obligados a frenar repetidas veces, los frenos pueden sobrecalentarse, perder eficacia y aumentar la distancia de frenado.

Para ello, cambiamos la constante anterior por otra que equivale a **254** y la multiplicamos por el valor μ_r que tenemos en el momento de la frenada (por ejemplo, $254 \times 0,10$ si circulamos por una carretera nevada). Dividimos la velocidad del coche -elevada al cuadrado- por el valor anterior y obtenemos la distancia de frenado aproximada para esa nueva situación de frenado en calzada nevada.

Si todavía tienes curiosidad –seguro que la tienes si has leído hasta aquí-, intenta calcular la distancia de frenado del vehículo de la foto sabiendo que circula a 95 Km/h. La superficie es asfalto.



Foto obtenida de SuperCar-RoadTrip.fr

Bibliografía

- <http://www.aprevar.com/adjuntos/1326709792.pdf>
- <http://ingemecanica.com/tutoriales/CategoriasdeVehiculos.html>
- www.dgt.es/Galerias/la-dgt/.../TEMA_21_-_Especialidad_Regimen_Juridico.doc
- www.dgt.es/Galerias/la-dgt/.../TEMA_8_GESTION_TECNICA_TRAFICO.doc
- hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/crstp.html
- <http://revista.dgt.es/es/multimedia/infografia/2015/0706-Distancia-reaccion-y-frenado-campo-futbol.shtml#.Vz7bcNSLSmU>
- <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/interolimpicos/transito/espaniol/distanci.htm>
- http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Detencion_de_movil.html

ILUSTRACIONES y FOTOGRAFÍAS:

- Homer Simpson: NirvallicA Juan
- Audi: Thomas doerfer